

5－1 伊豆半島東方沖の地震活動の概要

An outline of the Seismic Activity East Off the Izu Peninsula (2006)

気象庁・地震予知情報課
Earthquake Prediction Information Division, JMA

2006年に入ってから、1, 2, 3, 4月と伊豆半島東方沖で活発な地震活動があり、この間、東伊豆の体積歪計に縮み変化が現れた。全ての活動の中で最大の地震は4月21日02時50分に発生したM5.8(最大震度4)の地震であった(第1図)。

これらの地震活動の中では、2006年4月17日から始まった活動が最大のものであった。最大規模であるM5.8の地震が4月21日に発生した後、それまでの活動域より南側に地震活動が拡大した。4月30日にM4.5(最大震度5弱)、5月2日にM5.1(最大震度4)の地震が発生するなど、活動域の周辺でやや大きめの地震が発生したが、5月上旬には地震活動は低調となった(第2図)。

伊豆半島東方沖は、1980年代や90年代には度々活発な地震活動が発生していたが、1998年の活動以降、今回の地震活動までM5.0以上の地震は発生していないかった(第2図)。

第3図に一元化で決定した余震と、観測点補正を施しDouble-Difference法(Waldhauser and Ellsworth, 2000¹⁾; 以下DD法)により求めた余震分布を示す。観測点補正とDD法による震源再計算の結果、余震の塊は一元化震源のものより小さくまとまる。また、4月22日01時44分のM4.8の地震は、一元化震源では余震分布の塊より浅めに決まっているが、DD法による再計算の結果では余震分布の中に入る。

今回の地震活動では、全期間の活動の終盤に活動域の周辺でやや大きめの地震が発生したことが特徴として挙げられる。2006年4月30日13時10分に網代付近(伊豆半島東方沖)の深さ6kmでM4.5(最大震度5弱)の地震が発生した(第4図)。この地震の震央付近は、関東地震直後の地震活動が活発であった時期や、1930年北伊豆地震の前後の活動を除くと、1923年8月以降M4.0以上の地震はほとんど発生していない場所であった。この地震に対し、伊豆半島東方沖の地震活動(活発な地震活動領域及び2006/4/21,M5.8の地震)が与えた応力変化(ΔCFF)を解析したところ、この影響は活動を促進するセンスであることを示すが、大きさは潮汐による応力変化(剛性率30GPaとした場合、3000Pa)の数倍程度となることがわかった(第5図)。

また、2006年5月2日18時24分に伊豆大島北方(伊豆半島東方沖)の深さ15kmでM5.1(最大震度4)の地震が発生した(第6図(a))。この地震を広域でとった東西断面図で見てみると、伊豆半島を頂点とした東側に傾き下がるフィリピン海プレート起因の地震の中で発生したことがわかる(第6図(b))。

その他の特徴として、4月17日から始まった地震活動域付近(西側)で深部低周波地震が観測されていることが挙げられる(第7図)。震源の深さは30km~40kmであり、M1.0を超えるものは発生しなかった。これら深部低周波地震は、過去にこの地域で発生している深部低周波地震と同様の場所で発生している。

第8図に2006年1月以降の地震活動に伴う歪計(気象庁設置)および傾斜計((独)防災科学技術研究所設置)の変化を示す。それぞれの地震活動に伴い、伊豆半島東部に設置された歪計や傾斜計に変化が見られた。また、地震回数が多発し始める数時間から半日前に歪変化が明瞭に現れていることが分かる(第9図)。

活動初期の歪変化から地震活動の規模の予測を試みたのが第10図である。同様な予測手法は、地震研・気象庁(1998)²⁾により提案されており、彼らの手法は歪の24時間最大変化量から活動日数などを見積もるものであった。今回はこの手法を改良し、歪の24時間最大変化量の代わりに歪の24時間

階差の最初の極大値を用いて活動予測を試みた。24時間階差とは、歪データの時間値（1時間平均値）の24時間あたりの変化量である。最初の極大値を用いるメリットは、活動初期の段階で予測が可能なことである。ただし、伊豆半島東方沖の地震活動の場合は、24時間あたりの最大変化が活動初期に現れやすく、「歪の24時間最大変化量」＝「24時間階差の最初の極大値」となることが多いため、算出される予測値は地震研・気象庁(1998)のものとあまり変わらない。

第10図に、1985年以降の主な伊豆半島東方沖の地震活動における、東伊豆の体積歪データの24時間階差の最初の極大値と地震活動の関係を示す。地震活動期間、鎌田の地震回数、鎌田の日地震回数が100回を超えた日数と、東伊豆の体積歪データの24時間階差の最初の極大値との間には、おおむね相関が見られる。今回の活動(No.44)の、24時間階差の最初の極大値は 0.12×10^{-6} であり、比例関係を仮定すると予測値は活動終了日 2006年5月4日、期間18日、鎌田の地震回数4,961回となる。実際には終了日5月12日、期間26日、鎌田の地震回数3,008回で、おおむね合っていた。

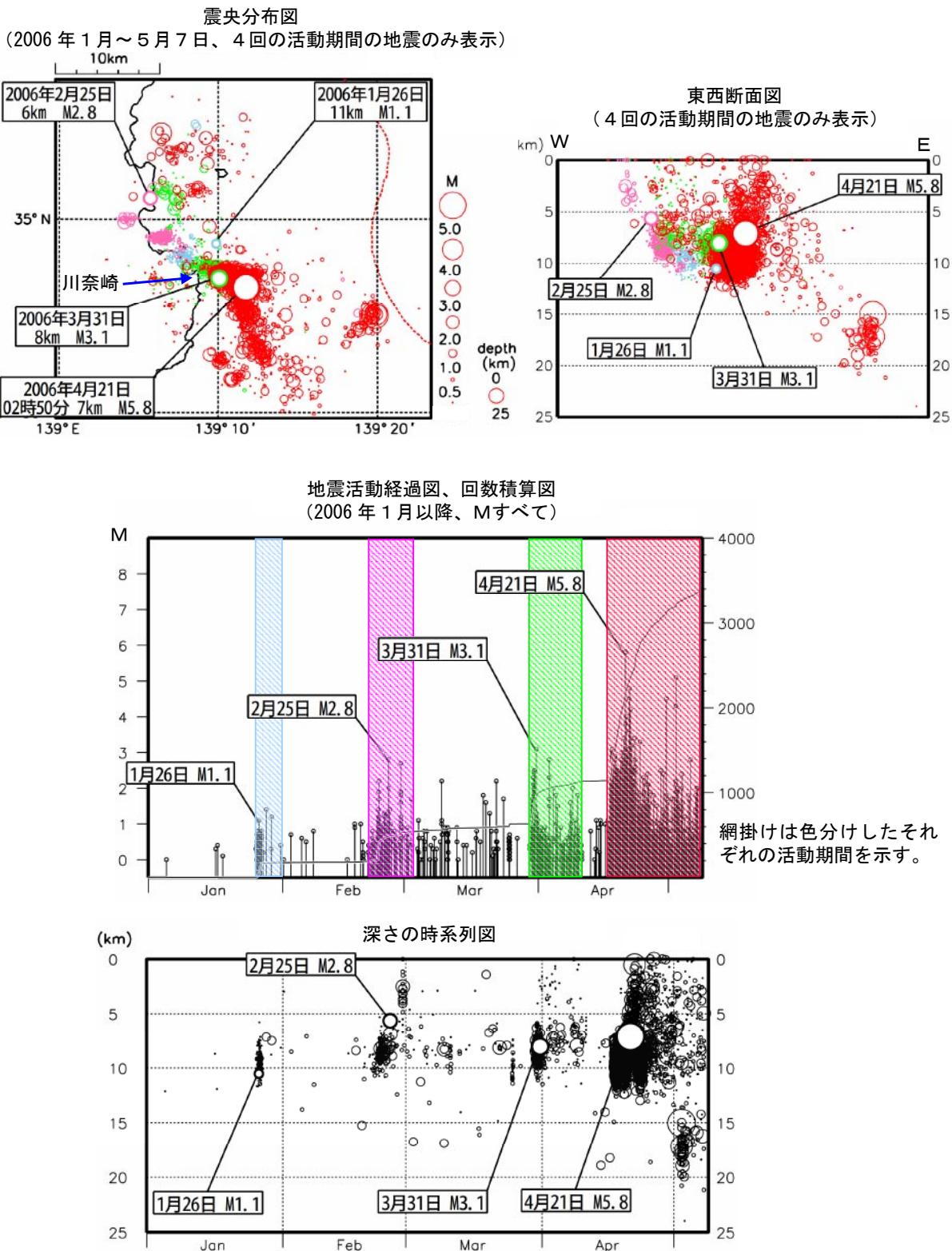
第11図(a)および第11図(b)に1978年以降の主な地震活動の震央分布図一覧を示す。また、第1表に伊豆半島東方沖の地震活動の一覧表を示す。

参考文献

- 1) Waldhauser, F. and W. L. Ellsworth, A double-difference earthquake location algorithm: Method and application to the Northern Hayward Fault, California, Bull. Seism. Soc. Am., 90, 1353-1368, 2000.
- 2) 東京大学地震研究所・気象庁地震予知情報課, 伊豆半島東方沖群発地震活動の直後予測, 連絡会報, 59, 223-227, (1998).

2006年1月以降の伊豆半島東方沖の地震活動概要

2006年に入ってから、1、2、3、4月と伊豆半島東方沖で活発な地震活動があり、この間、東伊豆の体積歪計に縮み変化が現れた。これまでの最大の地震は4月21日02時50分に発生したM5.8(最大震度4)の地震である。



第1図 伊豆半島東方沖の地震活動(2006)

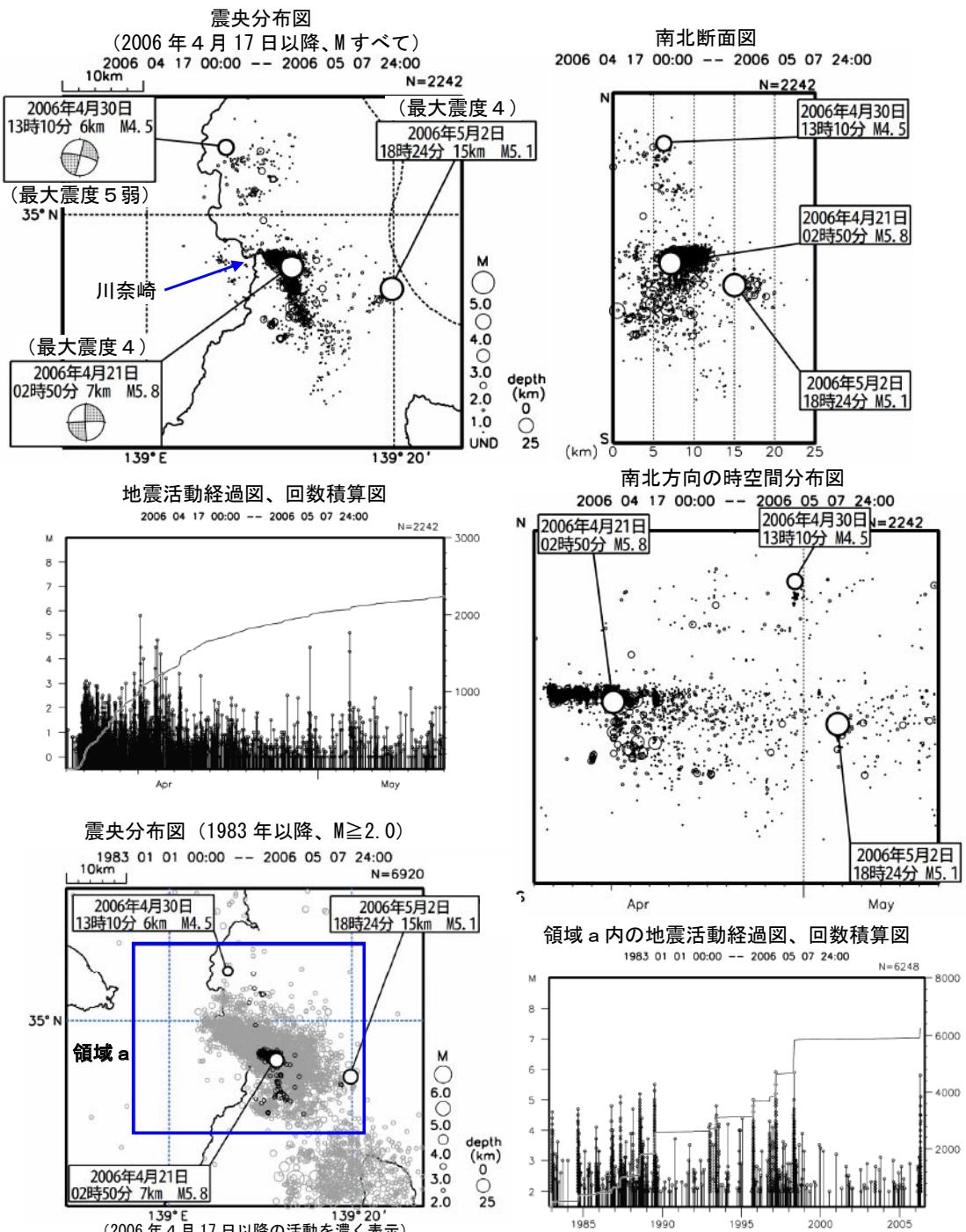
Fig.1 Seismic activity east off the Izu Peninsula (2006).

2006年4月以降の地震活動

[地震活動の概要]

2006年4月17日から伊豆半島東方沖で活発な地震活動が始まった。最大の規模のM5.8の地震の後、それまでの活動域より南側に地震活動が拡大したほか、4月30日にM4.5（最大震度5弱）、5月2日にM5.1（最大震度4）の地震が発生するなど、活動域の周辺でやや大きめの地震が発生したが、地震活動は低調となってきた。なお、今回の活動域付近で、深部低周波地震が観測された（30ページ参照）。

1983年以降の活動を見ると、伊豆半島東方沖では1980年代より度々活発な地震活動が発生していたが、1998年の活動以降、今回の地震活動までM5.0以上の地震は発生していなかった。



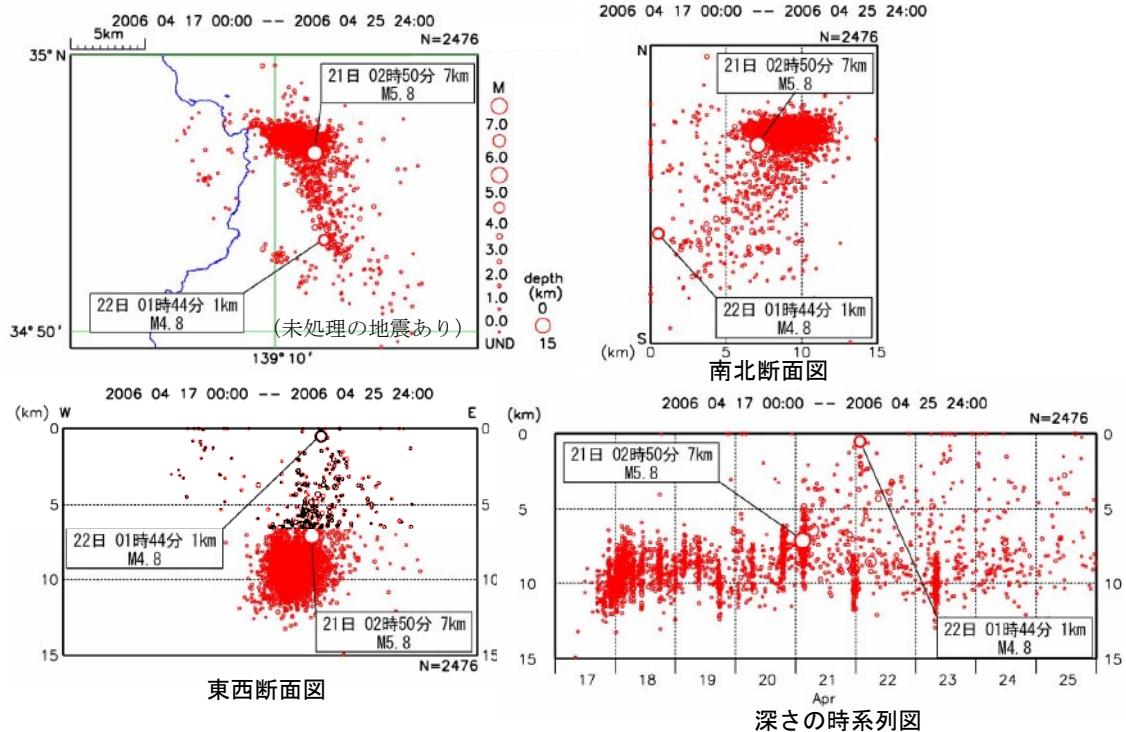
第2図 伊豆半島東方沖の地震活動(2006年4月)

Fig.2 Seismic activity east off the Izu Peninsula (April, 2006).

[DD法により再計算した震源分布]

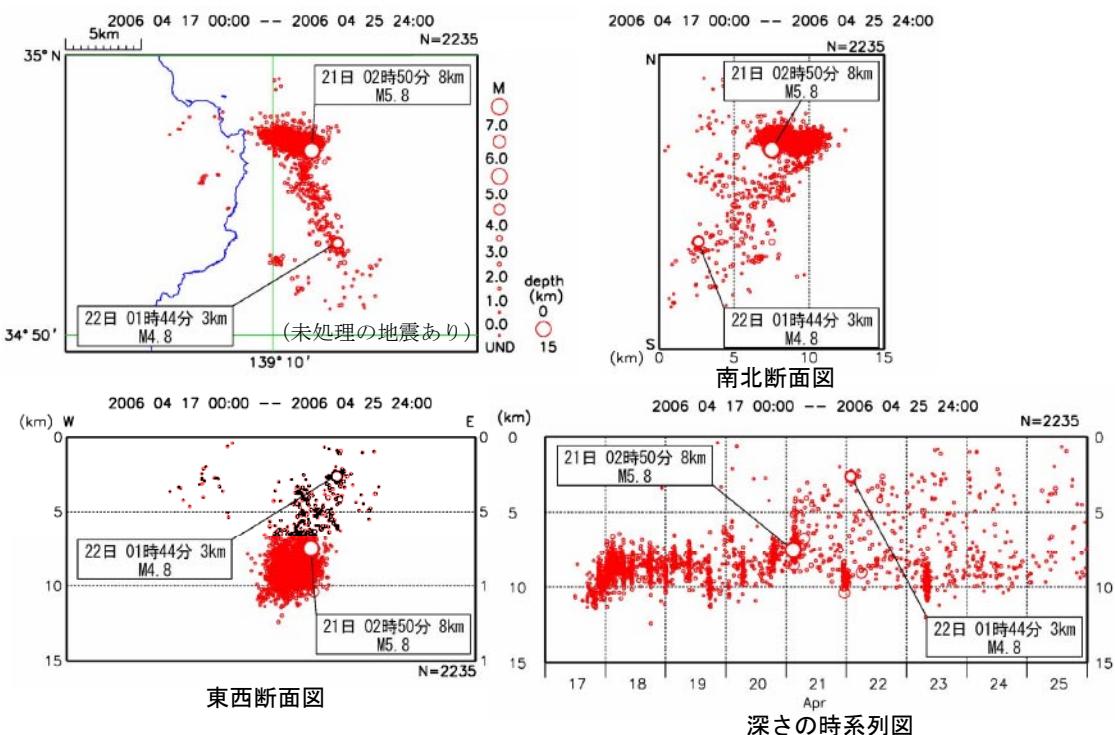
一元化ルーチン震源

震央分布図 (2006/4/17~4/25、M 全て)



観測点補正+DD 法による震源

震央分布図 (2006/4/17~4/25、M 全て)



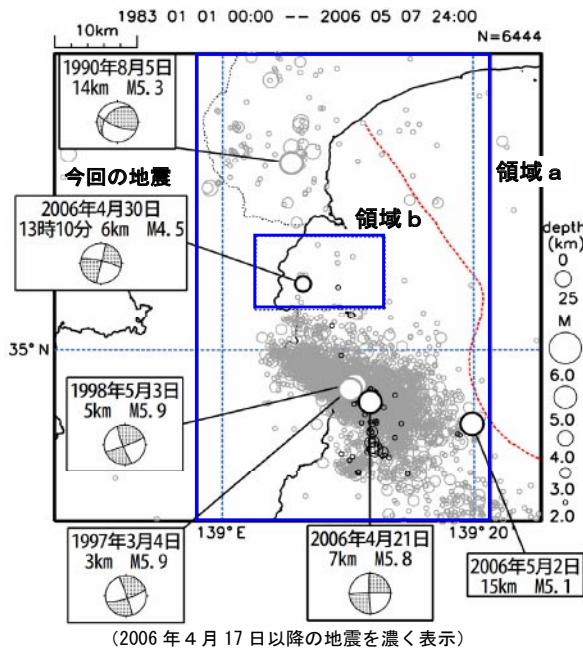
第3図 一元化震源及び観測点補正と DD 法により求めた余震分布

Fig.3 Distribution of aftershocks by JMA integrated catalog (upper) and those relocated by double-difference method after applying station correction (lower).

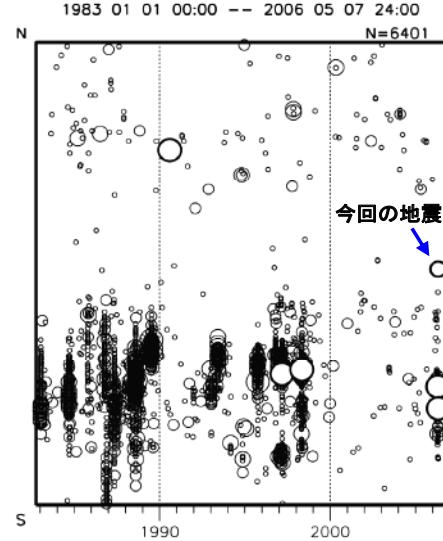
4月30日 網代付近（伊豆半島東方沖）の地震

[地震の概要]

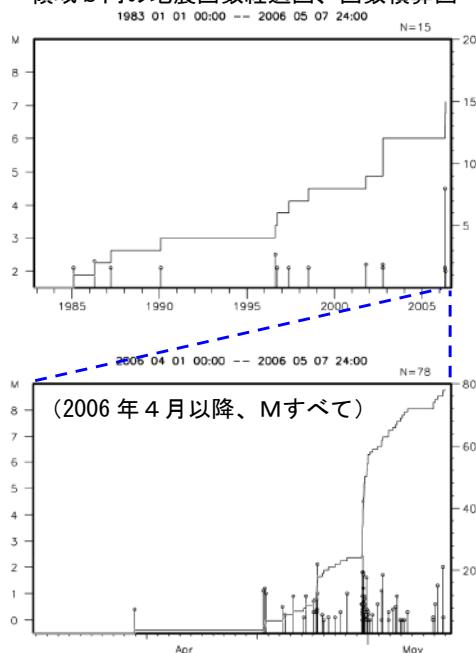
A 震央分布図（1983年以降、M≥2.0）



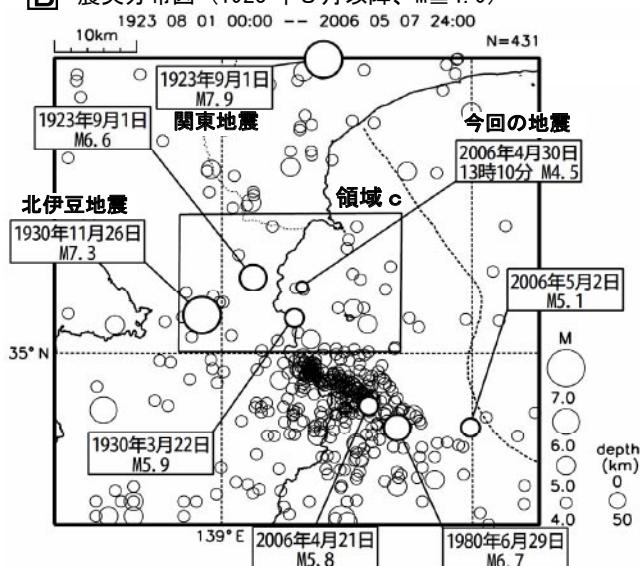
領域 a 内の時空間分布図（南北方向）



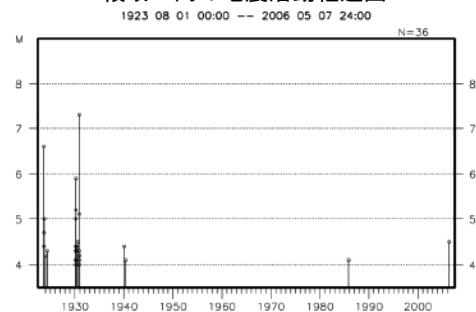
領域 b 内の地震回数経過図、回数積算図



B 震央分布図（1923年8月以降、M≥4.0）



領域 c 内の地震活動経過図



第4図 4月30日 伊豆半島東方沖の地震活動

Fig. 4 Seismic activity east off the Izu Peninsula on April 30, 2006.

ソース1（活発な地震活動領域）：

断層長 5.3km 幅 1.6km 走行 112° 傾斜 70° すべり角 0° 開口量 1.3m すべり量 0m

ソース2（2006/4/21,M5.8 の地震）：

断層長 3.7km 幅 6.0km 走行 351° 傾斜 75° すべり角 -8° すべり量 0.68m

（国土地理院モデルより）

剛性率：30GPa

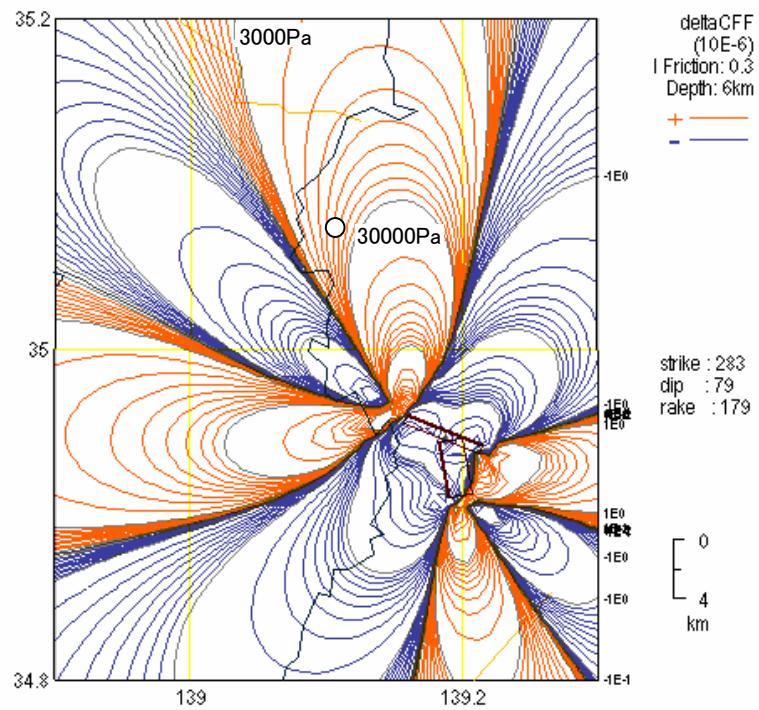
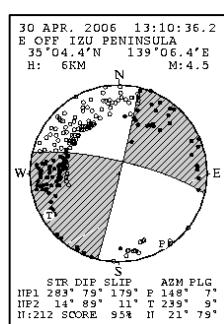
節面1（西北西－東南東）：

走行 283°

傾斜 79°

すべり角 179°

深さ 6km



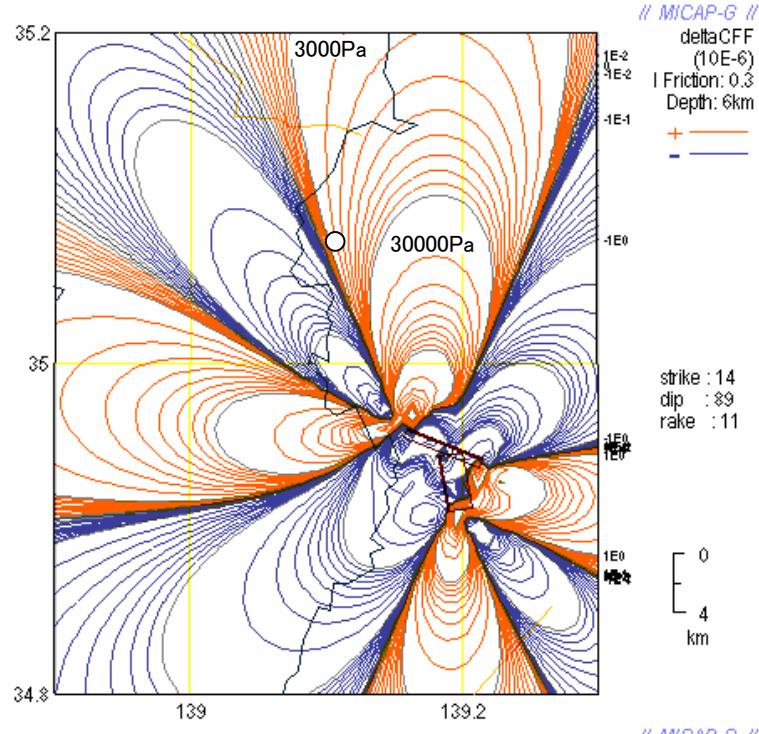
節面2（北北東－南南西）：

走行 14°

傾斜 89°

すべり角 11°

深さ 6km



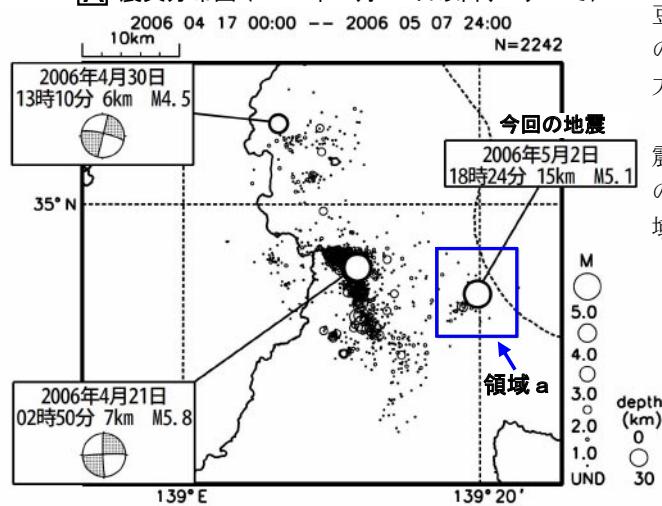
// MICAP-G //

第5図 伊豆半島東方沖の地震活動が網代付近の地震の震源に与える応力変化(Δ CFF)

Fig. 5 Δ CFF for the earthquake near the Ajiro caused by the Seismic activity east off the Izu peninsula.

5月2日 伊豆大島北方（伊豆半島東方沖）の地震 [地震の概要]

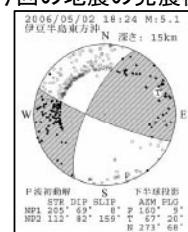
A 震央分布図 (2006年4月17日以降、Mすべて)



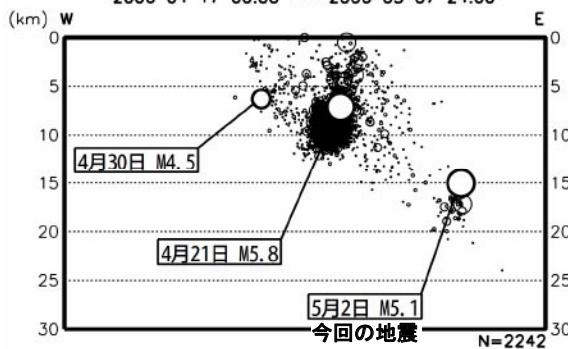
2006年5月2日18時24分に伊豆大島北方(伊豆半島東方沖)の深さ15kmでM5.1(最大震度4)の地震が発生した。発震機構は、北北西—南南東方向に圧力軸を持つ横ずれ断層型であった。

伊豆半島東方沖では、2006年4月17日より地震が多発し、4月21日にはM5.8(最大震度4)の地震が発生したが、今回の地震はそれらの活動域から東に約10km離れた場所で発生した。(A)

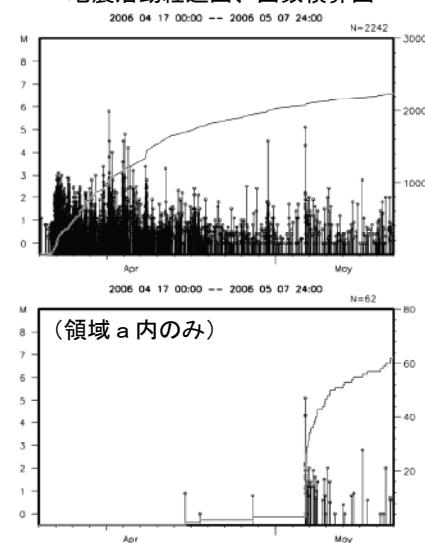
今回の地震の発震機構



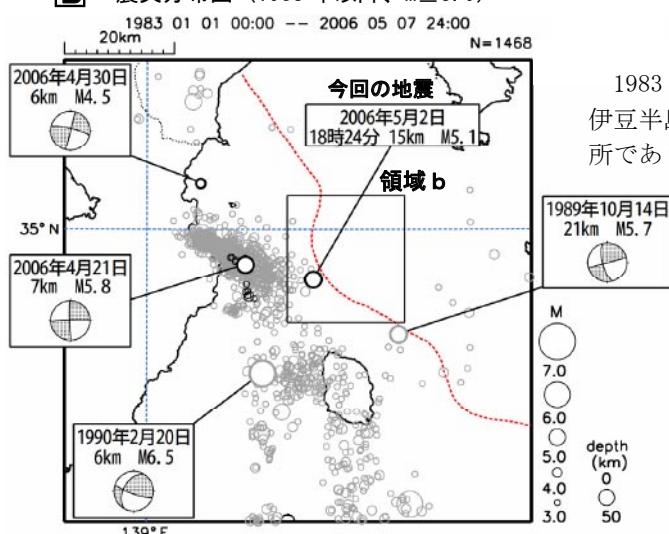
震央分布図全体の東西断面図
2006 04 17 00:00 -- 2006 05 07 24:00



地震活動経過図、回数積算図

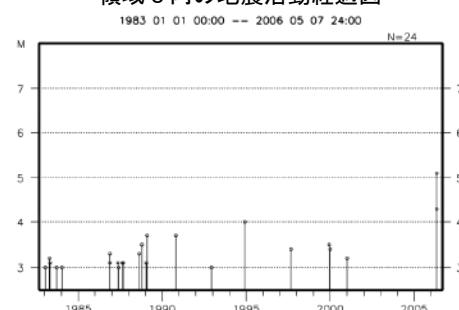


B 震央分布図 (1983年以降、M≥3.0)



1983年以降の活動を見ると、今回の地震の震央は、伊豆半島東方沖の主な地震活動域からは東に外れた場所であり、付近ではM5.0クラスの地震は珍しい。(B)

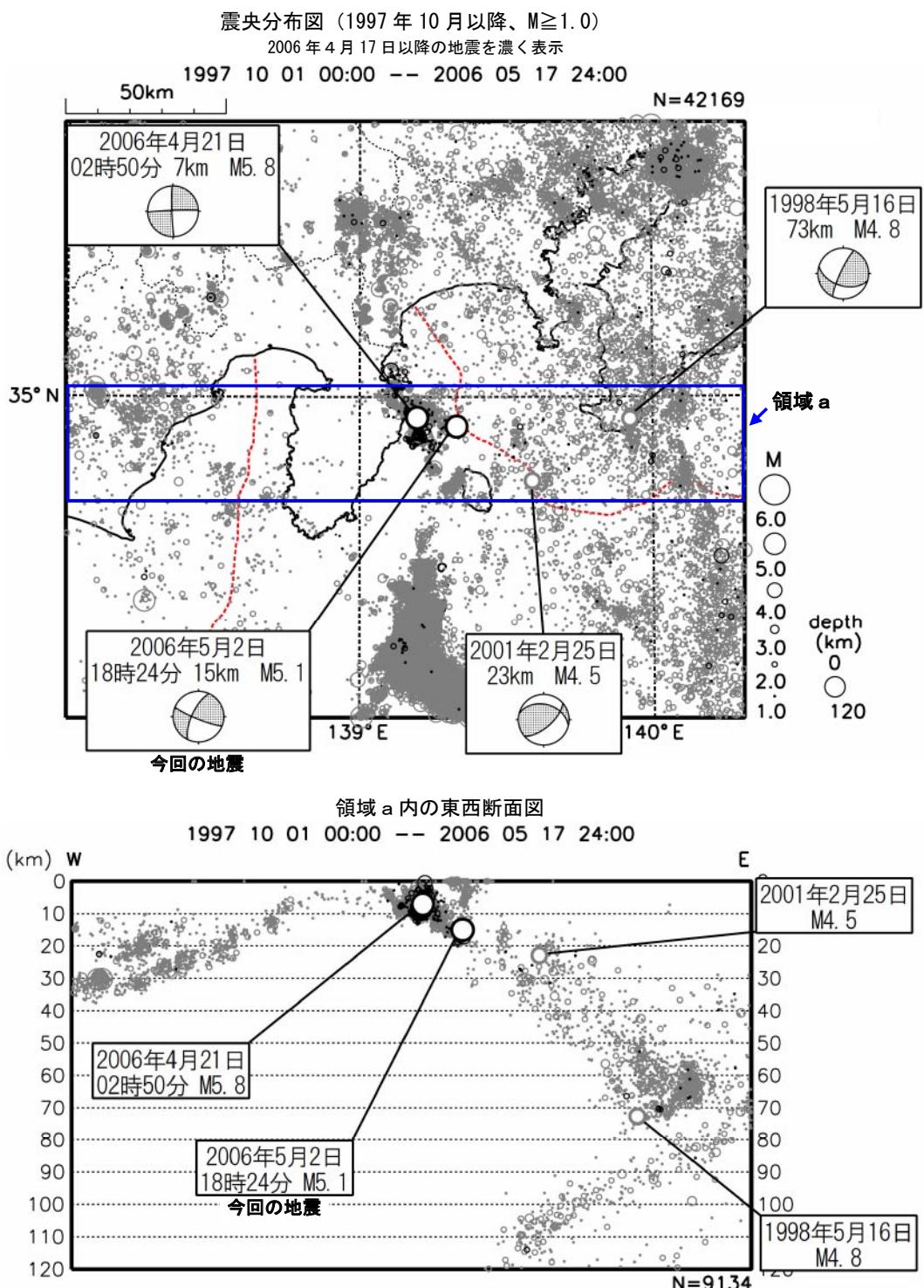
領域c内の地震活動経過図



第6図(a) 5月2日 伊豆半島東方沖の地震活動

Fig. 6 Seismic activity east off the Izu Peninsula on May 2, 2006.

[広域で見た断面図]

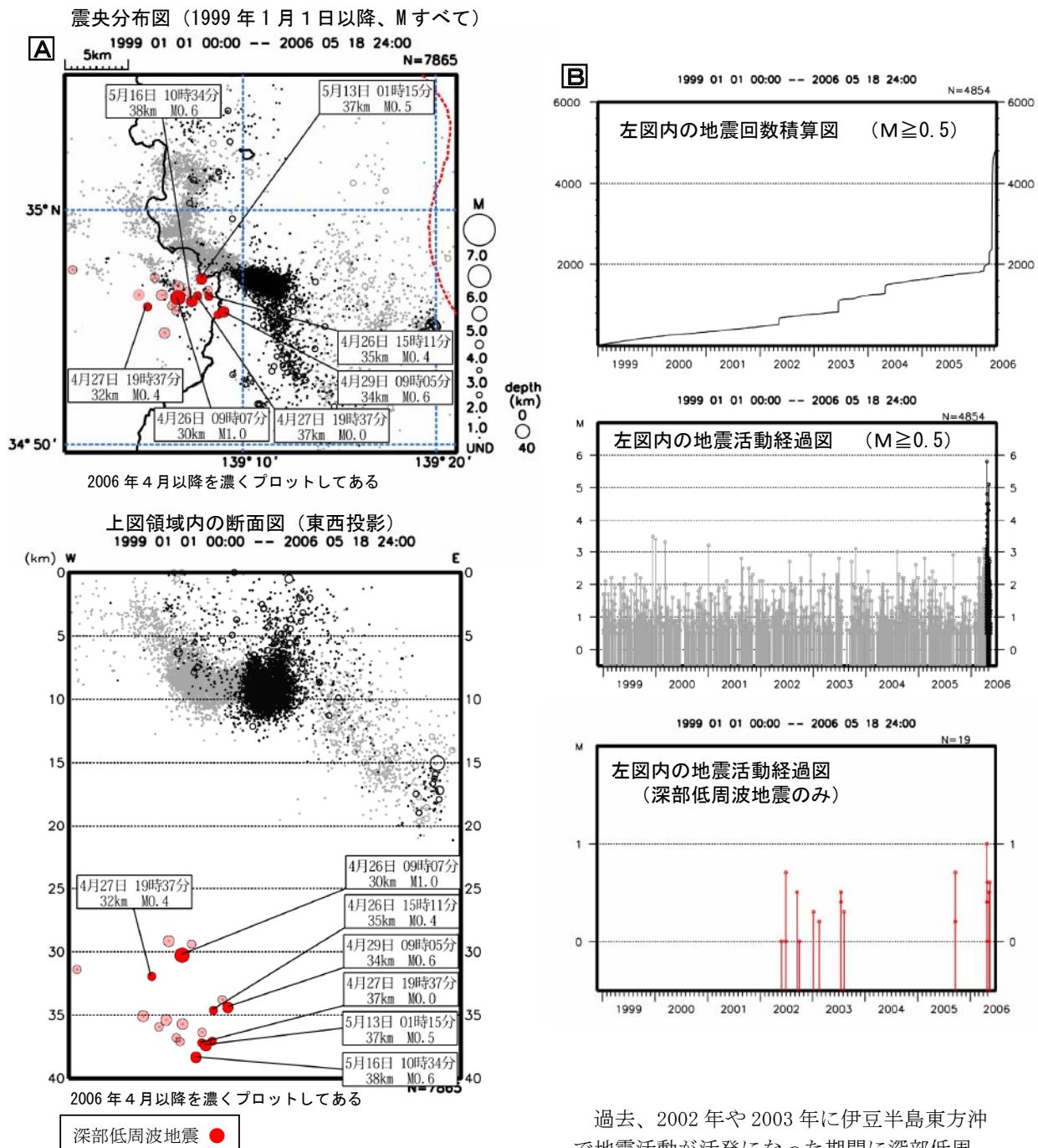


伊豆半島東方沖の地震を含む領域で広域に東西断面を見ると、伊豆半島付近を頂点として東西にそれぞれ傾き下がるフィリピン海プレート起因の地震面が見られる。

第6図(b) つづき

Fig.6 continued.

伊豆半島東方沖で観測された深部低周波地震



2006年4月17日から続いている伊豆半島東方沖の地震活動域付近で深部低周波地震が観測された。

震源の深さは30km~40kmの範囲内であり、M1.0を超えるものは発生しなかった。過去に発生している深部低周波地震と同様の場所で発生している(A)。

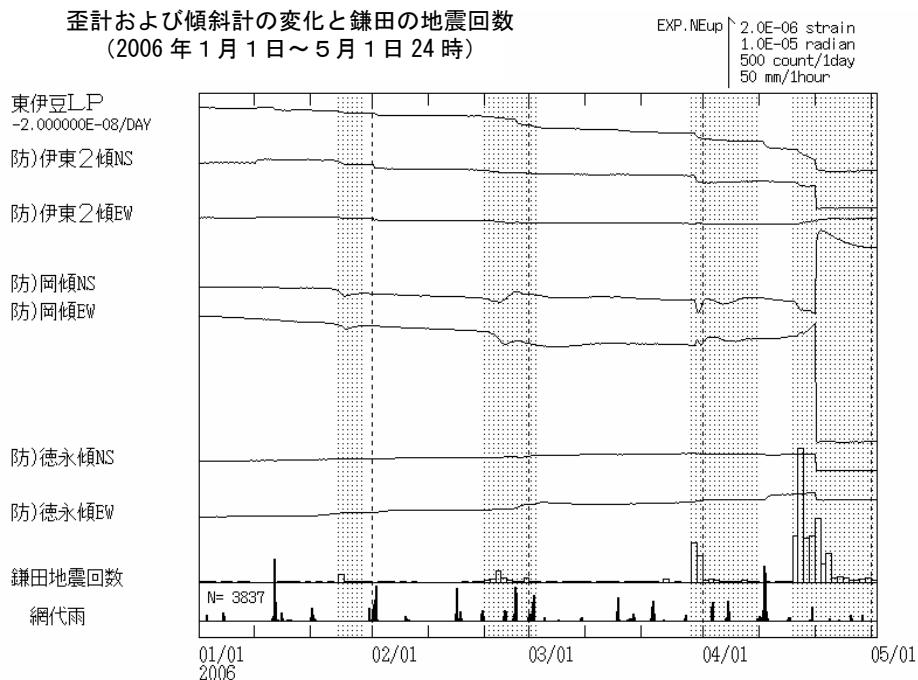
第7図 伊豆半島で観測された深部低周波地震

Fig.7 Estimated source locations of low-frequency earthquakes beneath the Izu Peninsula.

過去、2002年や2003年に伊豆半島東方沖で地震活動が活発になった期間に深部低周波地震が観測されている。その他、最近では2005年9月に観測されている。

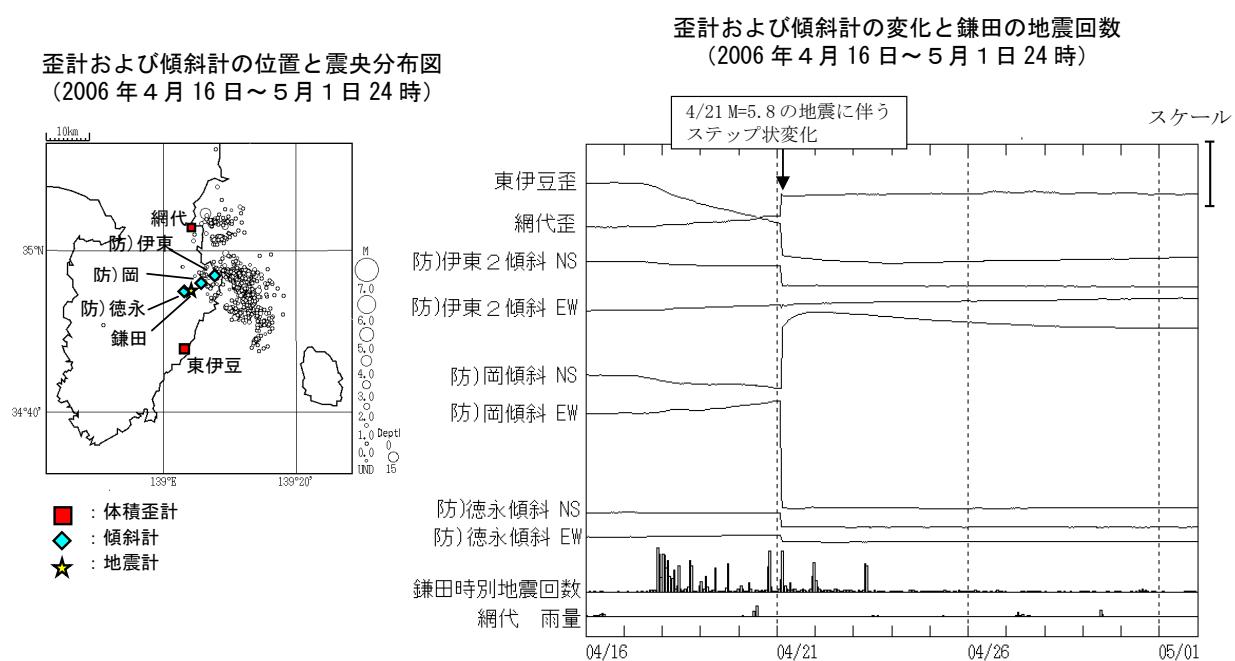
今回は2006年4月17日以降、5月18日現在までに7回観測されている(B)。

歪計および傾斜計の変化(2006年1月以降の地震活動に伴うもの)



伊豆半島東方沖でまとまった地震活動があった期間を網掛けで示した。

観測点名に「防」についている観測点は防災科学技術研究所の傾斜計を示す。鎌田地震回数は、鎌田観測点のS-P時間が6秒以下で上下動速度振幅が一定振幅以上の地震の数を表す。

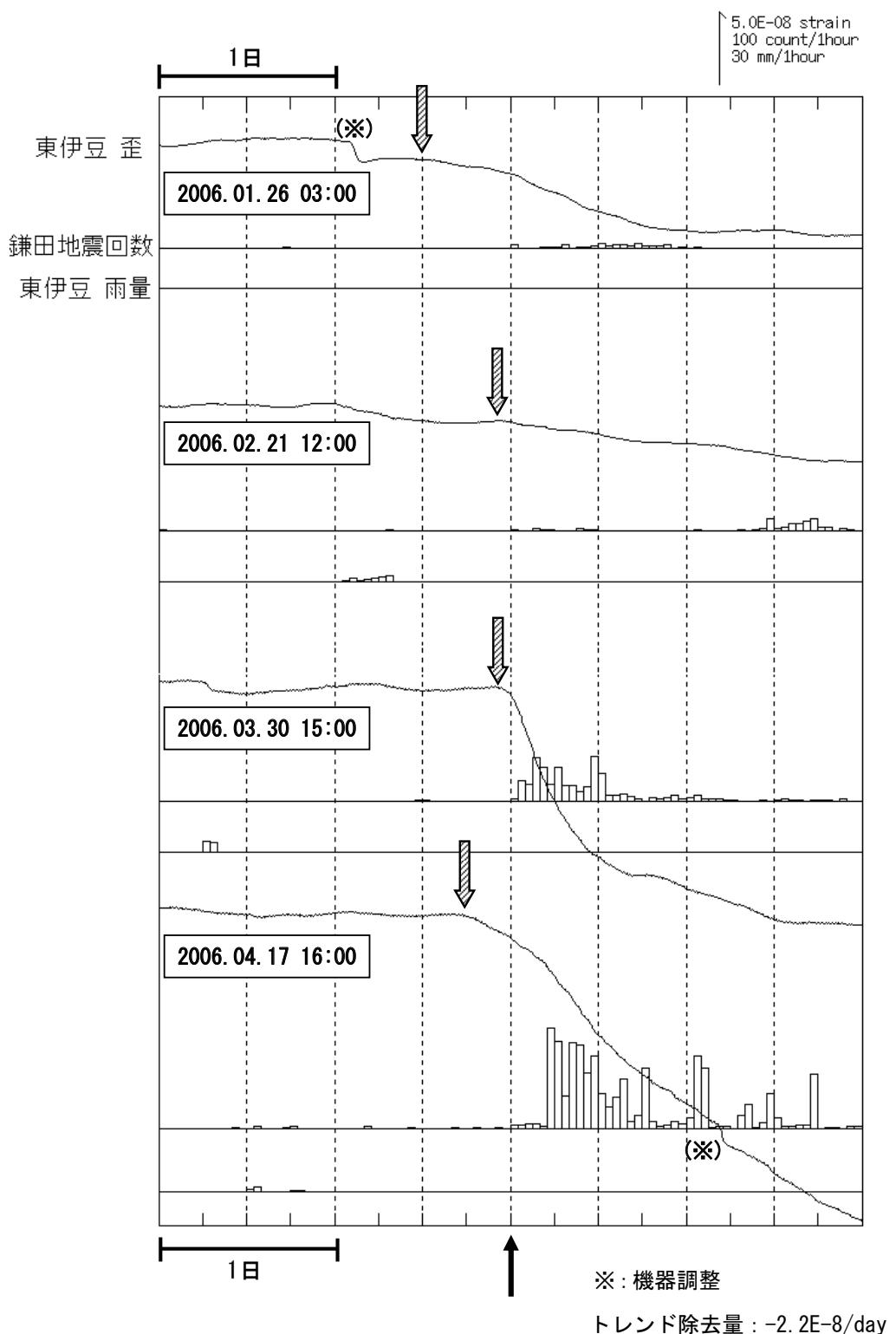


歪計および傾斜計の変化のグラフにおいて、縦軸のスケールは、 5.0×10^{-7} (歪)、 1.0×10^{-5} (傾斜)、200回/時間 (地震回数)、30mm/時間 (雨量) を示す。

第8図 歪計及び傾斜計に見られたと伊豆半島東方沖の地震活動

Fig.8 Change observed by borehole strainmeters and tiltmeter and seismic activity east off the Izu Peninsula.

伊豆半島東方沖の地震活動開始前後に
東伊豆の体積歪計に見られた変化



図中の太い矢印 (↓) は歪変化が始まったと思われる時刻

図中の時刻は地震活動が活発化した時刻 (図下段の矢印↑)

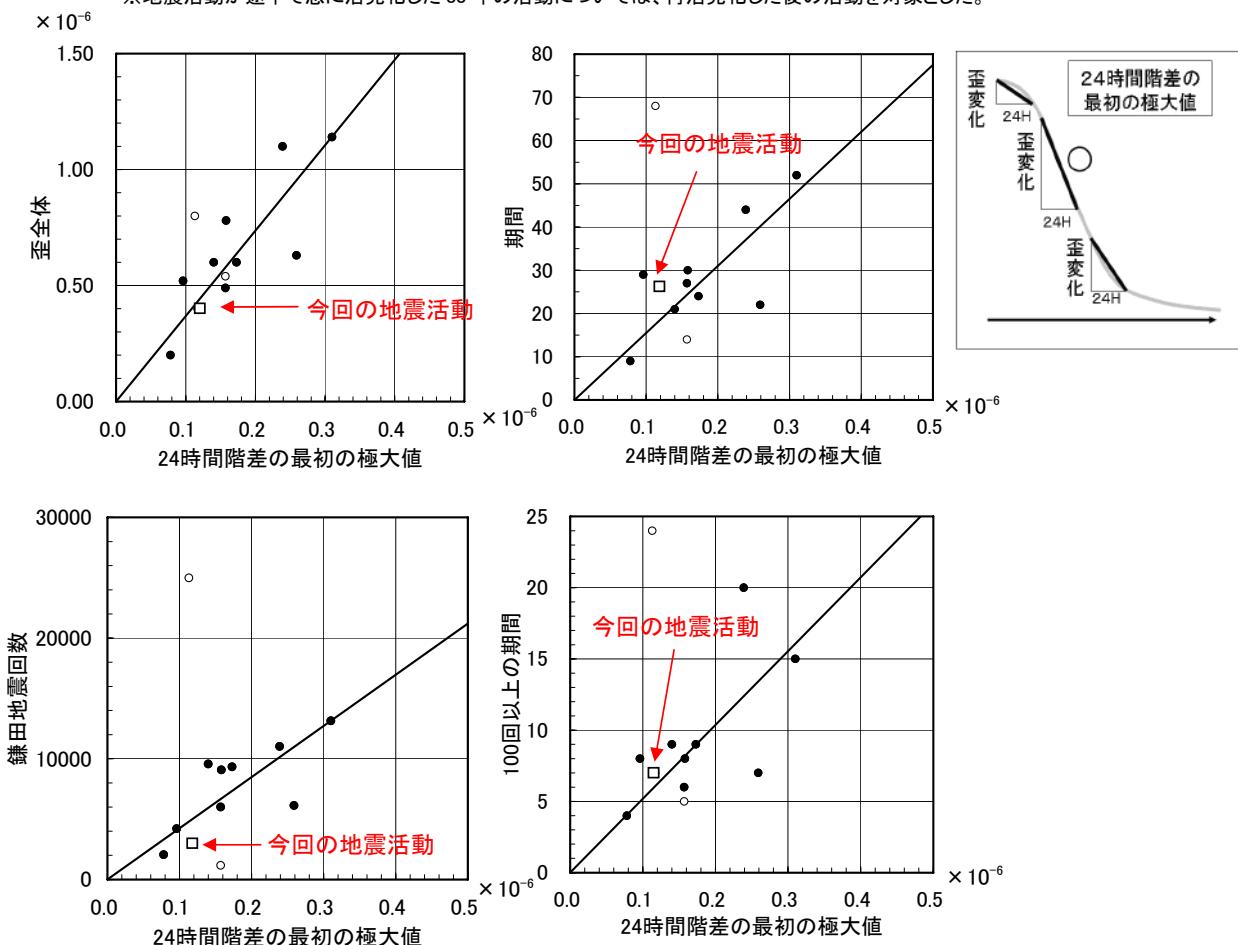
第9図 伊豆半島沖の地震活動に伴って観測された東伊豆の体積歪計変化と地震回数

Fig.9 Change observed by the borehole strainmeter at Higashiizu and earthquake numbers associating with seismic activity east off the Izu peninsula.

番号	開始日	終了日	期間	鎌田地震回数	100以上	最大地震	歪変化 $\times 10^{-6}$	
	年/月/日	年/月/日	日	回	日	M	全期間	24時間階差の最初の極大値
11	85/10/15	85/11/12	29	4212	8	4.1	0.52	0.10
13	86/10/11	86/11/01	22	6125	7	4.8	0.63	0.26
18	88/07/26	88/09/15	52	13142	15	5.2	1.14	0.31
19	89/05/21	89/06/03	14	1173	5	2.3	0.54	0.16
20	89/07/01	89/09/06	68	24989	24	5.5	0.80	0.11
23	93/01/10	93/01/18	9	2064	4	4.2	0.20	0.08
24	93/05/26	93/06/15	21	9567	9	4.8	0.60	0.14
30	95/09/29	95/10/28	30	9078	8	5.0	0.78	0.16
32	96/10/15	96/11/10	27	6005	6	4.3	0.49	0.16
34	97/03/03	97/03/26	24	9334	9	5.9	0.60	0.17
37	98/04/20	98/06/02	44	11033	20	5.9	1.10	0.24
44	06/04/17	06/05/12	26	3008	7	5.8	0.40	0.12
44	予測値	06/05/04	18	4961	6			

※番号については、地震活動一覧表(第1表)を参照。

※地震活動が途中で急に活発化した88年の活動については、再活発化した後の活動を対象とした。

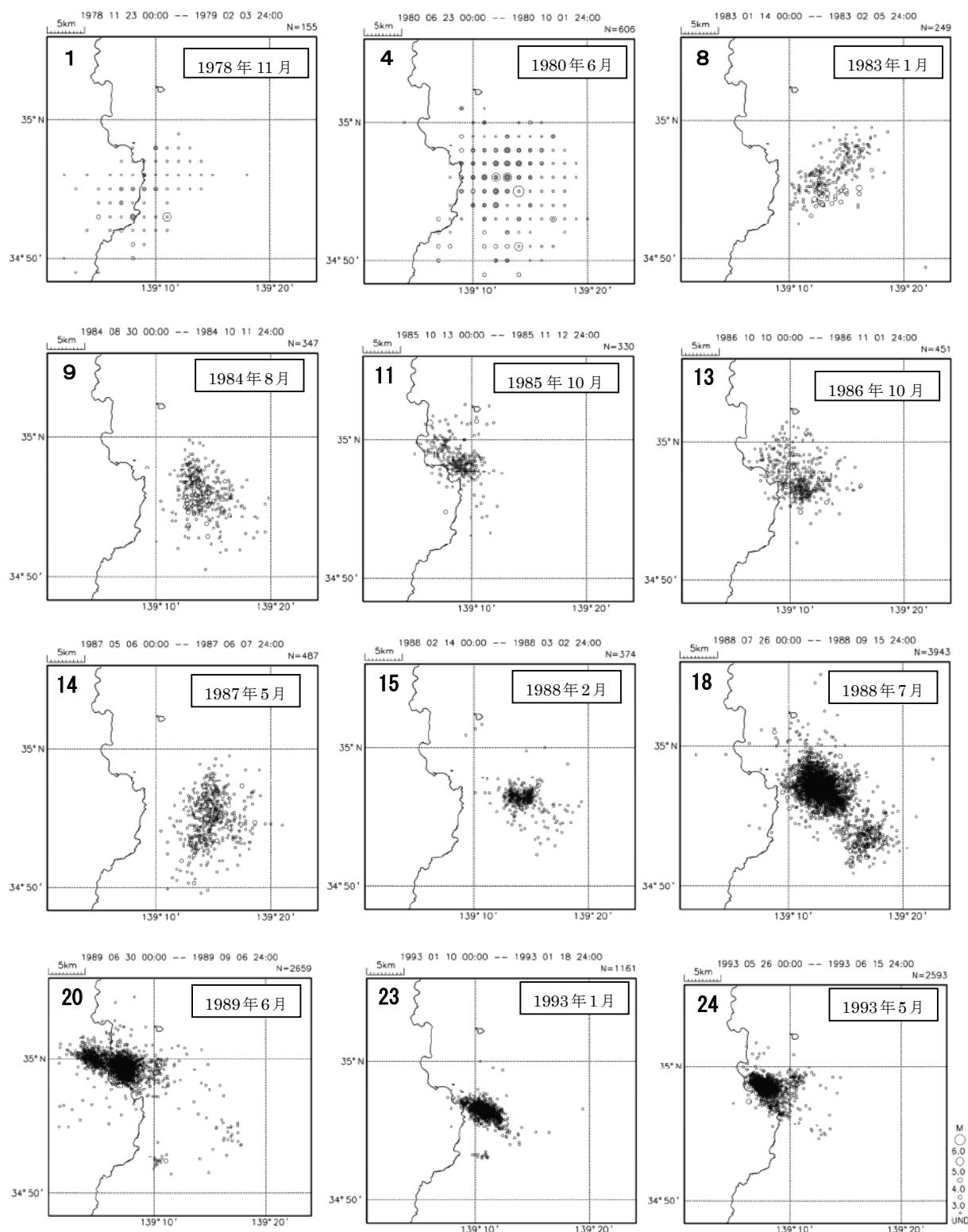


東大地震研究所・気象庁地震予知情報課(1998)[予知連会報 59、223-227]の手法を改良して使用。

第10図 初期の歪変化を用いた伊豆半島東方沖の地震活動の推定(24時間階差の最初の極大値を用いた場合)

Fig.10 Estimation of the Seismic Activities east off the Izu Peninsula by using the maximum change of strain at Higashi-Izu. First maximum change for 24 hrs of strain is used for the calculation.

1978年11月以降の主な地震活動の震央分布図一覧（1）

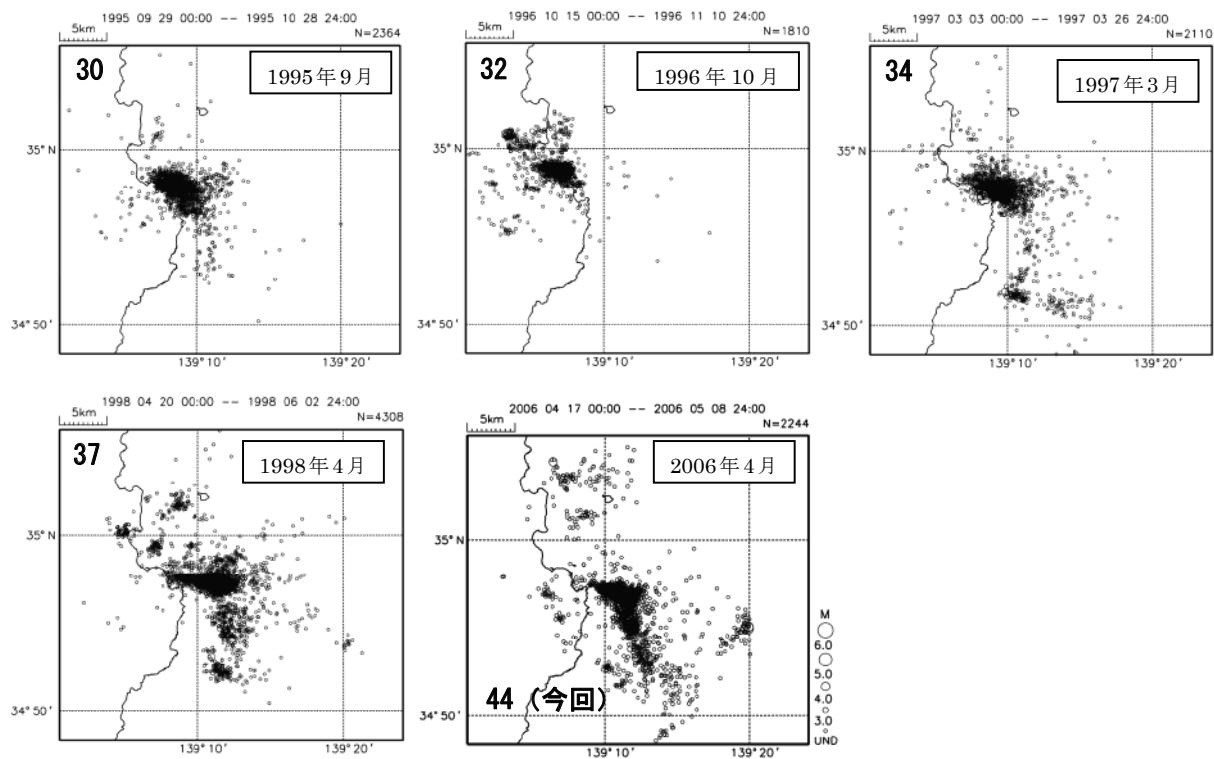


図中左上の数字は一覧表の活動番号

第11図(a) 1978年以降における伊豆半島東方沖群発地震の推移

Fig.11(a) Time sequence of seismic active areas east off the Izu Peninsula after 1978 .

1978年11月以降の主な地震活動の震央分布図一覧 (2)



図中左上の数字は一覧表の活動番号

第11図(b) つづき

Fig.11(b) continued.

伊豆半島東方沖の地震活動一覧表

ゴシックは主な地震活動(総エネルギーが10E11以上及び最大震度が3以上)

番号	開始日 年/月/日	終了日 年/月/日	期間 日	間隔 日	録用回数*	24回数	48回数	最多日回数			00以上	00以下	M別回数	最大地震			有感地震			最大震度(地点別・()内回数)			最後震度			変化				
								回	回	回	年/月/日	超過日	超過日	3~	4~	5~	6~	M	年/月/日	超過日	回数	震度2.5以上	細代	細代	伊豆	大島	3	4以上	10E-06	
1	78/11/23	79/02/03	73		11443	A	58	357	1011	78/12/01	8	2	25	19	1	2	5.5	78/12/03	10	26	0	1	26	4(1)	3(1)	10	*			
2	79/03/13	79/04/09	28	38	2585	A	296	580	374	79/03/17	4	1	9	3			3.5	79/03/15	2	4		3	1(3)		1(1)		*			
3	79/05/18	79/06/08	22	39	1905	B	12	153	481	79/05/20	2	2	7	5	1		4.0	79/05/20	2	7		7	2(2)		2(1)		*			
4	80/06/23	80/10/01	101	381	14081	B	8	75	1486	80/06/29	6	2	36	182	13	3	1	6.7	80/06/29	6	235	13	3	123	5(1)	5(1)	34	6		
5	82/03/10	82/03/30	21	525	392	C	9	58	100	82/03/16	6	7	8	0			1.6	82/03/15	5	0		0	0		0					
6	82/05/07	82/05/20	14	38	1308	B	134	242	643	82/05/11	4	2	5	0			82/05/11	4	0		0	0		0						
7	82/09/07	82/09/14	8	110	676	C	44	548	510	82/09/09	2	3	3	1			3.9	82/09/09	2	2		2	2(2)		2(2)					
8	83/01/14	83/02/05	23	122	2183	B	126	508	377	83/01/16	2	1	12	22	6		4.6	83/01/20	6	47	7	27	3(1)	3(7)	0					
9	84/08/30	84/10/11	43	572	5976	B	42	269	662	84/09/02	3	3	24	44	8		4.7	84/09/05	6	95	9	40	3(2)	3(9)	7					
10	85/03/16	85/05/09	55	156	2745	D	12	21	459	85/04/17	32	5	34	1			3.1	85/04/14	29	1		0	0	1(1)		-0.4	?			
11	85/10/13	85/11/12	31	157	4212	D	16	30	1109	85/10/20	7	4	11	3	1		4.1	85/10/29	16	12	2	12	3(2)	1(3)	16	-0.5				
12	85/12/18	86/01/08	22	36	981	C	19	48	490	85/12/20	2	3	5	2			3.3	86/01/01	14	4		1	1(1)	1(4)						
13	86/10/10	86/11/01	23	275	6125	C	414	1875	2436	86/10/12	2	1	8	10	3		4.8	86/10/13	3	16	2	15	3(2)	3(1)	3	-0.6				
14	87/05/06	87/06/07	33	186	2635	C	24	47	895	87/05/11	5	5	11	38	7	1	5.1	87/05/11	5	90	8	48	3(4)	3(8)	5					
15	88/02/14	88/03/02	18	252	579	C	16	22	203	88/02/20	6	7	9	8	1		4.7	88/02/20	6	8	1	5	2(1)	3(1)	6					
16	88/04/25	88/05/01	7	54	204	A	170	179	89	88/04/26	1		0				2.1	88/04/30	5	0		0	0	0	0					
17	88/05/31	88/06/04	5	30	77	B	46	65	42	88/05/31	0		1				3.0	88/06/01	1	0		0	0	0	0					
18	88/07/26	88/09/15	52	52	17171	A	1143	1847	3292	88/07/31	5	1	15	178	39	3	5.2	88/08/02	7	289	27	4	196	4(4)	3(16)	10	6	-1.1		
19	89/05/21	89/06/03	14	248	1173	B	131	255	542	89/05/25	4	1	5	0			2.3	89/05/24	3	0		0	0	0	0		-0.5			
20	89/06/30	89/09/06	69	27	24969	C	24	256	4419	89/07/04	4	3	26	135	33	3	5.5	89/07/09	9	494	40	5	490	4(5)	4(1)	14	9	-0.8		
21	91/08/20	91/08/23	4	713	61	C	8	58	53	91/08/21	1		0				1.5	91/08/20	0	0		0	0	0	0					
22	91/12/25	92/01/01	8	124	354	A	207	324	161	91/12/26	1	1	3	0			2.7	91/12/26	1	3		3	1(3)	0	0					
23	93/01/10	93/01/18	9	375	2064	A	659	1609	995	93/01/11	1	1	4	17	1		4.2	93/01/10	0	38	2	38	3(2)	2(2)	2	-0.2				
24	93/05/26	93/06/15	21	128	9567	A	1909	3426	2334	93/05/27	1	1	9	67	14		4.8	93/05/31	5	174	12	2	174	4(2)	4(2)	8	8	-0.6		
25	94/01/03	94/01/09	7	202	55	B	36	41	25	94/01/03	0		0				2.1	94/01/03	0	0		0	0	0	0					
26	94/02/27	94/03/12	14	49	300	A	90	126	53	94/02/28	1		0	1			4.2	94/02/27	0	1		1	1(1)	2(1)						
27	94/11/14	94/11/20	7	247	66	C	15	25	17	94/11/16	2		1	1			4.0	94/11/16	2	1		1	2(1)	2(1)						
28	95/09/11	95/09/15	5	295	201	B	79	188	125	95/09/12	1	2	3	0			2.1	95/09/12	1	0		0	0	0	0		-0.1			
29	95/09/18	95/09/23	6	3	190	A	171	179	107	95/09/18	0	1	2	0			2.4	95/09/21	3	0		0	0	0	0		-0.1			
30	95/09/29	95/10/28	30	6	9078	A	2715	3660	1826	95/09/29	0	1	8	58	11	1	5.0	95/10/01	2	153	17	5	134	4(1)	4(4)	3(2)	6	11	-0.8	
31	96/07/02	96/07/28	27	248	315	D	4	5	61	96/07/15	13		0				1.9	96/07/12	10	0		0	0	0	0					
32	96/10/15	96/11/10	27	79	6005	A	1901	3958	2172	96/10/16	1	2	7	21	1		4.3	96/10/16	1	43	1	1	34	3(1)	4(1)	2(2)	1	-0.5		
33	96/12/17	96/12/24	8	37	73	C	36	47	21	96/12/18	1		6	1			4.1	96/12/17	0	0		0	0	0	0					
34	97/03/03	97/03/26	24	69	9334	A	1485	2907	2001	97/03/07	4	1	9	120	15	3	5.9	97/03/04	1	449	32	10	205	4(5)	5-(2)	4(1)	7	5	-0.6	
35	97/06/20	97/06/26	7	86	57	C	33	43	29	97/06/21	1		0				2.6	97/06/21	1	1		1	1(1)	1(1)	0					
36	97/06/27	97/07/15	19	1	446	C	33	85	132	97/06/30	3	3	4	0			2.0	97/07/04	7	0		0	0	0	0		-0.1			
37	98/04/20	98/06/02	44	279	11033	A	519	1152	1687	98/04/22	2	1	21	147	15	1	5.9	98/05/03	13	211	11	5	175	4(3)	4(5)	4(1)	16	14	-1.0	
38	02/05/08	02/05/15	8	1436	399	B	148	283	146	02/05/09	1	2	4	0			1.5	02/05/12	4	0		0	0	0	0		-0.2			
39	03/06/13	03/06/21	9	394	641	B	572	602	574	03/06/14	1	2	3	0			2.3	03/06/14	1	0		0	0	0	0		-0.1			
40	04/04/24	04/05/02	9	308	323	B	43	182	140	04/04/25	1	1	2	0			2.0	04/04/28	4	0		0	0	0	0		-0.1			
41	06/01/25	06/01/31	7	633	62	B	56	57	51	06/01/26	1		0				1.1	06/01/26	1	0		0	0	0	0		-0.05			
42	06/02/21	06/03/02	10	21	199	A	99	130	83	06/02/23	2		0				2.8	06/02/25	4	2		2	2(2)	1(1)	0		-0.08			
43	06/03/30	06/04/10	12	28	565	A	451	480	281	06/03/30	0	1	2	1			3.1	06/03/31	1	2		2	1(2)	0	1(1)		-0.2			
44	06/04/17	06/05/12	26	7	3008	A	1235	1557	954	06/04/18	1	1	7	16	7	2	0	5.8	06/04/21	4	49	4	3	25	5-(1)	4(1)	4(1)	16	16	-0.4

第1表　伊豆半島東方沖群発地震一覧表

Table.1 Table of earthquake swarms east off the Izu Peninsula.

・開局: 前回の活動の終了日からの日数(休止期間)
 ・録用回数: 伊東市錦田地震観測点で観測された地震回数
 * (始まりの状況): 地震が多発し始めた時から25回以上になるまでの時間
 A: 数時間以内、B: 24時間以内、C: 48時間以内、D: その他
 *24回数: 地震が多発し始めた時から24時間以内の録用回数<br